

PROTECCIÓN DE PLANTAS

MANEJO DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius.) Y GEMINIVIRUS EN SEMILLEROS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.) BAJO PROTECCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN

WHITEFLY (*Bemisia tabaci* Gennadius.) AND GEMINIVIRUS CONTROL IN TOMATO (*Lycopersicum esculentum* Mill.) SEEDLINGS UNDER PHYSICAL AND CHEMICAL PROTECTION, EFFECT ON PRODUCTION

Jiménez-Martínez Edgardo¹, Chavarría Allan, Rizo Álvaro.

¹Ph.D. Entomología, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. km 12 ½ Carretera Norte.

E-mail: edgardo.jimenez@una.edu.ni, Tel. (505) 2263-2609, Fax: (505) 2263-2609.



RESUMEN

La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadium) (Hemiptera: Aleyrodidae) es la principal plaga que afecta al tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivado en el municipio de Tisma, Masaya. Este insecto transmite geminivirus al tomate y provoca severos daños al cultivo, reduciendo los rendimientos y aumentando los costos de producción. Con el objetivo de evaluar alternativas de protección físicas y químicas contra el ataque de este complejo mosca blanca-Geminivirus se realizó un estudio en semilleros de tomate en el municipio de Tisma, Masaya, en el período entre Noviembre del 2007 a Enero del 2008. Los tratamientos que se compararon fueron: Semillero de tomate sembrado en era y protegido con malla antiviral (Microtúnel), semillero de tomate sembrado en bandejas protegido con un microinvernadero, semillero de tomate sembrado en era al aire libre protegido con gaucho-confidor, semillero de tomate sembrado en era al aire libre protegido con aceite de Neem y semillero de tomate sembrado en era al aire libre y sin ningún tratamiento (Testigo). Las variables evaluadas fueron: número de adultos de mosca blanca por planta, porcentaje de incidencia y severidad de virosis y rendimiento en kg/ha, los muestreos se realizaron semanalmente. De acuerdo a los resultados obtenidos en este

ABSTRACT

The white Fly (*Bemisia tabaci*, Gennadium) is the main pest affecting tomato (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) crop in the municipality of Tisma, Masaya. This insect vector-borne geminivirus to tomato plants and with this, it brings severe damages, reducing yields and increasing production costs. With the aim of evaluating physical and chemical protective alternatives against the attack of this complex white fly-geminivirus, a field experiment was carried out in the municipality of Tisma, Masaya, in the period between November 2007 to January 2008. Evaluated treatments were: tomato seedlings protected with anti-virus meshes (Microtúnel), tomato seedlings growth in trays protected under a microgreenhouse, tomato seedlings planted outdoors protected with gaucho-confidor, tomato seedlings planted outdoors protected with Neem, tomato seedlings planted outdoor with no protection against insects (control treatment). Evaluated variables were: number of white fly adult per plant, percentage of plant virus incidence and severity, and yield in kg/ha. Samplings were done weekly. According to the results in this study, tomato plants protected under microtunnel and under microgreenhouse, resulted with the smaller percentage

estudio, las plantas de tomate que fueron protegidas en etapa de semilleros con microtúnel y microinvernadero presentaron los menores porcentajes de incidencia y severidad de virosis, seguidos por los tratamientos gaucho-confidor y Neem. De la misma manera los tratamientos microtúnel y microinvernadero resultaron con los mejores rendimientos por hectárea, la mejor tasa de retorno marginal y mejores beneficios netos por hectárea.

Palabras clave: *Bemisia tabaci*, geminivirus, tomate, Tisma, Masaya, Nicaragua.

En el municipio de Tisma, Masaya uno de los rubros hortícolas más importantes es el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), ya que genera un gran porcentaje de los ingresos obtenidos en la zona. Tisma presenta condiciones muy favorables para este cultivo, como es su clima favorable, su topografía plana y el acceso al agua para riego. En Tisma se cultiva anualmente un área aproximada de 50 hectáreas de tomate, obteniéndose rendimientos promedios de entre 10 y 20 toneladas por hectárea, la producción de tomate ese comercializa en los mercados de Masaya y Managua por ser las plazas más cercanas lo cual contribuye a reducir los costos de comercialización (Rodríguez y Morales, 2007).

El tomate presenta problemas fitosanitarios de plagas y enfermedades, uno de los principales problemas en el municipio de Tisma ha sido el ataque severo del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus que ha pasado a convertirse en la principal plaga del tomate a nivel nacional. *Bemisia tabaci* pertenece a la clase insecta, orden Homóptera y familia Aleyrodidae (Caballero, 1996). La mosca blanca causa daños directamente al cultivo de tomate al insertar el estilete en el tejido vegetal, succionar la sabia e inyectar sustancias fitotóxicas a la planta; pero también por la transmisión de Geminivirus causante de la virosis del tomate, el cual es capaz de devastar por completo una área determinada de cultivo, donde las etapas más críticas son las primeras semanas después de la germinación (Jarquín, 2004). *Bemisia tabaci*, es sin duda la especie de mayor importancia entre las moscas blancas porque ataca más de 200 cultivos; transmite más de 150 virus (Geminivirus) y tiene la capacidad de desarrollar biotipos muy agresivos, capaces de producir grandes pérdidas económicas al reducir los rendimientos, afectar la calidad de la cosecha y aumentar los costos de producción ya que la relación entre *Bemisia tabaci* y los Geminivirus es de tipo persistente-circulativo, o sea, que los virus adquiridos circulan en su interior hasta las glándulas salivales, inyectándolo con la saliva cuando se alimenta de una planta sana de tomate (Morales *et al.*, 2006).

Los Geminivirus pertenecen a la familia Geminiviridae y se dividen en cuatro géneros que se caracterizan según el vector que los transmite, el hospedero y la estructura genómica que posee: Mastrevirus, Curtovirus, Topocovirus y Begomovirus; Este último es transmitido por la mosca blanca (Zúñiga y Ramírez, 2002). La mosca

of virus incidence and severity, followed by the treatments gaucho-confidor and Neem. In the same way, the treatments microtunnel and microgreenhouse had the best yields, the best rate of marginal return and the better net benefits.

Keywords: *Bemisia tabaci*, geminivirus, tomato, Tisma, Masaya, Nicaragua.

blanca puede colonizar al menos 500 especies de planta. Se han identificado los biotipos A y B en Tisma, Masaya, el biotipo B de mosca blanca es el que más daño le causa al tomate (Jiménez-Martínez, 2008), pues se puede reproducir en este, además de mostrar mayor capacidad de transmisión de virus, fecundidad, mayor daño directo por alimentación y deterioro fisiológico en varios cultivos.

El uso inadecuado de insecticidas por parte de los agricultores del municipio de Tisma, la capacidad del insecto y de los virus para multiplicarse, el intercambio de genes en plazos cortos parecen ser los tres factores interrelacionados que han contribuido al escalamiento de este grave problema fitosanitario. Parece evidente que algunos sistemas de producción, por razones económicas y ecológicas no podrán sostenerse a mediano plazo, al menos que se desarrollen nuevas tecnologías para el manejo del problema de mosca blanca. La magnitud y complejidad del problema y la labor de investigación y la transferencia de tecnología requieren del esfuerzo conjunto y coordinado de muchas instituciones ligadas al sector agropecuario (Hilje, 2001).

El manejo actual de *Bemisia tabaci* en el municipio de Tisma, se han basado en el uso de una serie de prácticas para contrarrestar su daño, entre estas la protección de semillero mediante Microinvernadero y Microtúnel para prevenir el contacto de mosca blanca y la planta en su etapa más susceptible del tomate evitando futuras infestaciones por virus. Además se han utilizado tratamientos químicos como Gaucho (utilizado para la protección de semillas (insecticida que se aplica a la semilla y tiene acción sistémica, es decir, la semilla tratada con el tóxico traslada mediante la savia el principio activo al resto de la planta), Confidor (insecticida sistémico selectivo, de contacto e ingestión) y botánicos como el Neem para proteger el semillero con un aceite que se extrae de la semilla del árbol actuando como repelente para insectos. Debido a la magnitud del problema que presentan los agricultores del municipio de Tisma con el ataque severo de mosca blanca-Geminivirus, se estableció un experimento para evaluar alternativas físicas y químicas en semilleros de tomate con el propósito de buscar alternativas de manejo a dicha problemática, tomando en cuenta que la etapa de semillero es el primer período crítico del cultivo de tomate, por lo tanto es de suma importancia para este municipio el uso de alternativas de protección de semilleros tapados que contribuyan al manejo de esta plaga lo más eficientemente posible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo. El estudio se realizó en la finca Los Toruños, del productor Argelio González Garay, localizada en el municipio de Tisma, Departamento de Masaya, entre los meses de Octubre 2007 y Enero 2008.

Descripción general del estudio. Para realizar este estudio se seleccionó una finca representativa, de un productor líder del municipio de Tisma, tradicionalmente productor de hortalizas. El ensayo consistió en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron cinco y son los siguientes: 1) semillero de tomate en eras protegido con malla antiviral contra mosca blanca, 2) semillero de tomate bajo condiciones de Microinvernadero en bandejas contra mosca blanca, 3) semillero de tomate en eras tratado con Gaucho y Confidor, 4) semillero de tomate en eras tratado con Neem, 5) semillero de tomate en eras sin cobertura física y sin químico este último como testigo. Plantas de tomate obtenidas de cada tratamiento fueron sembradas en el ensayo bajo condiciones de campo.

Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: Semillero de tomate en eras protegido con malla antiviral contra mosca blanca (Microtúnel). Este consistió en proteger el semillero de tomate bajo una estructura llamada Microtúnel del ataque de mosca blanca. Este tratamiento se estableció directamente en el suelo y no se realizaron aplicaciones de ningún insecticida ya que el objetivo era proteger físicamente el semillero.

Tratamiento 2: Semillero de tomate bajo condiciones de Microinvernadero en bandejas contra mosca blanca. Este consistió en proteger el semillero bajo la tecnología de Microinvernadero, en este tratamiento al igual que el Microtúnel no se aplicó insecticida contra mosca blanca.

Tratamiento 3: Semillero de tomate en eras tratado con gaucho y Confidor. Se utilizaron dos productos pertenecientes a los insecticidas de nueva generación o mejor conocidos como Neonicotinoides cuyo nombre comercial, para uno es Gaucho® y para el otro Confidor®. En el caso del Gaucho®, este se aplicó a la hora de la siembra, mezclándose (un día antes de la siembra) con la semilla para que así penetrara la testa (cáscara) de la misma y ejerciera una acción sistémica (ya que el modo de acción del gaucho es sistémico) a razón de 100 gramos por kg de semilla. A los 8 días después de la siembra, se aplicó el otro insecticida conocido como Confidor® (Gránulos dispersables), el cual también tiene acción sistémica, este se aplicó al suelo a razón de 13g por bomba; una segunda y última aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra (DDS).

Tratamiento 4: Semillero de tomate en eras tratado con Neem. Este consistió en proteger el semillero con un aceite

que se extrae de las semillas del árbol de Neem (insecticida botánico), cuyo ingrediente activo es la azadiractina de la que existen varios tipos que varían desde la azadiractina A a la azadiractina K, se encuentra de forma natural en el árbol de Neem (*Azadirachta indica*). Al semillero se le aplicó este producto cada dos días, aplicándose por la tarde para mejorar su eficacia (ya que se trataba de un insecticida natural) a razón de 40 cc/por bomba en las dos primeras aplicaciones y las siguientes fueron de 80 cc/ por bomba de 20 litros.

Tratamiento 5: Semillero de tomate en eras sin cobertura física y sin protección química contra mosca blanca, (Testigo). Este tratamiento consistió en el establecimiento de semillero en era, este no tuvo ninguna protección física, ni se le realizaron aplicaciones químicas únicamente se mantuvo con riego, este fue establecido para realizar.

Material genético utilizado. La variedad de semilla de tomate utilizada en el experimento fue el híbrido Peto 98, descendiente del mejoramiento genético de UC-82. Tiene un hábito de crecimiento determinado, se adapta bien a diferentes condiciones climáticas, y a alturas desde los 300 a 1600 m.s.n.m. es resistente a la marchitez por *Fusarium* provocada por la raza 1 y 2 [(F1 y F2, *Fusarium* 1 y *Fusarium* 2)] por *Alternaria solani* (ASC) y a la virosis transmitida por mosca blanca; la planta tiene una altura mediana compacta, sus frutos tienen forma cuadrado redondo, con un peso promedio de 70 gramos (g) tiene una alta demanda en el mercado nacional.

Manejo fitosanitario de plagas y enfermedades en etapa de campo. Para el manejo de plagas y enfermedades, se utilizaron insecticidas como Evicet® para el control de minador de la hoja (*Liriomyza spp*), Confidor® para el control de mosca blanca, Neem® para repeler insectos como chinches, trips, áfidos, pulgones y mosca blanca, para el control de enfermedades fungosas en el suelo se utilizó Phytion®.

Variablesevaluadas

Número de adultos de mosca blanca por planta. Para determinar las poblaciones de *B. tabaci* por planta, se realizaron recuentos semanales para los cuales se tomaban 5 sitios al azar por parcelas, para cada sitio se seleccionaron 20 plantas, ubicados de forma lineal (20 plantas cada surco), para un total de 100 plantas por tratamiento, o sea 500 plantas en todo el experimento de un aproximado de 2,805 plantas en toda la parcela. Se revisaba toda la planta rama por rama. Esta labor se inició el 29 de Noviembre 2007 y finalizó el 31 de Enero del 2008. Este muestreo se realizaba en horas de la mañana.

Porcentaje de incidencia de virosis. Se entiende como incidencia, al número de unidades de plantas afectadas, expresadas en porcentaje, esto quiere decir que si existe un 55% de incidencia de una enfermedad, el otro 45% de las plantas están sanas. La incidencia es una variable exacta

y fácil de medir, sin embargo esta variable no indica la magnitud de la enfermedad en términos de tejido afectado, basta con una pequeña porción de tejido afectado para considerarla como una planta con síntomas de la enfermedad. Para la toma de datos de la incidencia se realizaron muestreos semanales, para la recolección de estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron para el muestreo de moscas blancas (100 plantas por tratamiento). Para obtener la relación porcentual de incidencia de virosis nos basamos en la fórmula propuesta por (Chavarría, 2004).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Total de planta infectadas con síntomas de virosis}}{\text{Número total de plantas muestreadas}} \times 100$$

Porcentaje de severidad de virosis. Se entiende por severidad a la porción de tejido de plantas afectadas expresada en porcentaje de área total, o mejor dicho, se refiere a la medida de que parte de la planta o que cantidad de tejido de la planta se encuentra afectada por la enfermedad. La severidad, a diferencia de la incidencia, es una medida visual y subjetiva; por lo tanto, esta sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador. Para la toma de datos de severidad, se realizaron muestreos semanales desde los 7 ddt hasta 63 ddt. Para recolectar estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron para el muestreo de moscas blancas (100 plantas por tratamiento). Para recolectar los datos de severidad de virosis nos basamos en la escala de severidad para plantas con síntomas virales, propuesta por, REDCAHOR, modificada por Rojas *et al*, 2000 y luego por Jiménez-Martínez (2008).

Escala de severidad para plantas afectadas por virus transmitido por *Bemisia tabaci*

Grado	Severidad de virosis (síntomas)
0	No hay síntomas
1	Débil mosaico y corrugado en la lamina foliar en las hojas nuevas
2	Mosaico y corrugado de las hojas generalizado
3	Mosaico, corrugado y deformación de hojas y ramas
4	Enanismo y deformación severa

Para obtener el porcentaje de severidad se utilizó la fórmula planteada por Vander Plank (1963).

$$S = \frac{\sum i}{N (VM)} \times 100$$

Donde:

- S = Porcentaje de severidad
- $\sum i$ = Sumatoria de valores observados
- N = Número de plantas muestreadas
- VM = Valor máximo de la escala

Análisis económico. Los resultados que se obtuvieron en el experimento de campo fueron sometidos a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los tratamientos en comparación con la práctica tradicional del productor o simplemente determinar el tratamiento con mayor retorno económico (Aleman, 2004). Los pasos para elaborar el análisis económico fue el siguiente:

Análisis de presupuesto parcial. Se comenzó por recolectar los costos que varían (costos de invernadero, costos de gaucho-Confidor, etc.) de un tratamiento a otro con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos, luego se calculó el rendimiento y el precio unitario para luego calcular los beneficios brutos, a esto se le resto los costos variables para obtener el beneficio neto.

Análisis de dominancia. Basados en el análisis de presupuesto parcial se procedió a realizar el análisis de dominancia. Este se efectuó ordenando los tratamientos de menor a mayores costos que varían, dominando los que tienen beneficios netos menores o iguales y costos variables mayores que cualquier otro tratamiento.

Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM). Para realizar la tasa de retorno marginal se tomó en cuenta los tratamientos no dominados, comenzando por el tratamiento de menor costo y se precedió al tratamiento que le siguió en escala ascendente, colocando los beneficios netos de menor a mayor con sus respectivos costos variables, obteniendo el beneficio neto marginal (BNM) al restar el menor beneficio neto a su inmediato superior, lo mismo para el incremento en los costos variables marginales. La tasa de retorno marginal se obtuvo de dividir el incremento marginal de los beneficios netos entre el incremento marginal de los costos variables, multiplicado el cociente por cien. La TRM indicó la cantidad de dinero obtenida por cada dólar invertido.

Análisis estadísticos. Los datos de las variables evaluadas, fueron comparados realizando un análisis de varianza (ANDEVA) (PROC GLM en SAS), se realizó un análisis de separación de medias por DUNCAN seguido de un análisis de diferencia mínima significativa (LSD), presentando diferencia significativa entre los tratamientos. El nivel de significancia usado en el análisis fue de ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS

Se comparó la fluctuación poblacional de mosca blanca en 5 parcelas de tomate cuyos semilleros estuvieron previamente protegidos física o químicamente. Este insecto, se encontró en todas las fechas de muestreo y en todos los tratamientos. Las poblaciones más altas se presentaron en los tratamientos Testigo, Neem y Gaucho; encontrando los mayores picos poblacionales entre el 20 de Diciembre para los tratamientos Testigo Gaucho y Neem; y, aumentando el 31 de Enero para el tratamiento Testigo (Figura 1). Los resultados obtenidos

del análisis realizado para mosca blanca, muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P = 0.0001$), donde el tratamiento Microinvernadero refleja las poblaciones más bajas de mosca blanca con respecto a los demás tratamientos, y el tratamiento Testigo presenta las mayores poblaciones de mosca blanca (Tabla 1).

Se comparó el porcentaje de incidencia de virosis transmitida por en parcelas de tomate a los 70 días después del trasplante (ddt) (Figura 2). Los resultados obtenidos del análisis realizado para incidencia de virosis transmitida por *B. tabaci* demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos a los 70 ddt ($P = 0.0001$) se observó que el menor porcentaje de incidencia (56%) se encontró en el tratamiento de Microinvernadero y el mayor porcentaje de incidencia (99%) se encontró en el tratamiento de Testigo (Tabla 2).

Asimismo se comparó el porcentaje de severidad de virosis transmitida por *B. tabaci* en las parcelas de tomate a los 70 ddt (Tabla 3). Los resultados obtenidos del análisis realizado para severidad de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos a los 70 ddt ($P = 0.0001$) se observó que el menor porcentaje de severidad de virosis (46.37%) se encontró en el tratamiento de Microinvernadero y el mayor porcentaje de severidad (68.12%) se encontró en el tratamiento Testigo (Tabla 2).

También se comparó el rendimiento total en kg/ha del cultivo de tomate en los cinco tratamientos evaluados. Los mayores rendimientos los obtuvieron los tratamientos Microinvernadero (8 995 kg/ha) y Microtúnel (8 098 kg/ha) respectivamente. Los tratamientos que obtuvieron los menores rendimientos fueron Gaucho-Confidor (7 679 kg/ha), Neem (7 368 kg/ha) y Testigo con (5 542 kg/ha) respectivamente (Tabla 3).

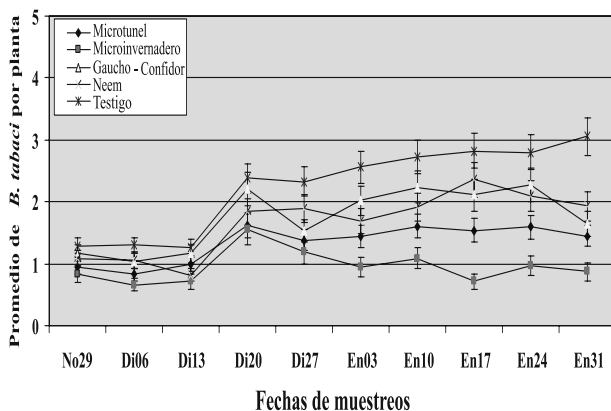


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate influenciados por formas de protección física y química en el semillero, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008.

Tabla 1. Análisis de fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate influenciadas por formas de protección física y química en el semillero, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008

Tratamientos	Medias ± ES ¹	
Microinvernadero	2.01 ± 0.08	a
Microtúnel	2.18 ± 0.04	a
Neem	2.70 ± 0.69	b
Gaucho-Confidor	2.88 ± 0.07	bc
Testigo	3.00 ± 0.05	c
CV ²	62.92433	
(F ³ ;df ⁴ ;P ⁵)	(41.26;3044;0.0001)	
N ⁶	604	

- ¹ES = Error estándar ²CV = Coeficiente de variación
- ³F = Fisher calculado ⁴df = Grados de libertad
- ⁵P = Probabilidad según Duncan
- ** = Medias que poseen la misma letra no son diferentes estadísticamente
- ⁶N = Número de datos utilizados para análisis

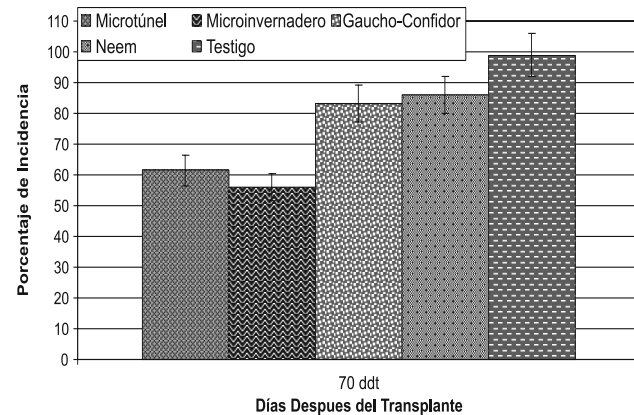


Figura 2. Porcentaje de incidencia de daño de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate a los 70 ddt, influenciados por formas de protección física y química en el semillero, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008.

Tabla 2. Análisis de incidencia y severidad de daño de virosis transmitida por Bemisia tabaci en parcelas de tomate, influenciados por formas de protección física y química en el semillero, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008

Variable	Incidencia de virosis (%)		Severidad de virosis (%)	
Tratamientos	Medias ± ES ¹		Medias ± ES ¹	
Microinvernadero	48.75 ± 1.72	a	23.79 ± 1.65	a
Microtúnel	57.25 ± 1.39	b	29.85 ± 1.76	b
Neem	62.25 ± 2.18	b	32.81 ± 1.52	bc
Gaicho-Confidor	69.62 ± 2.05	c	36.63 ± 1.68	c
Testigo	83.62 ± 2.39	d	46.53 ± 2.78	d
CV ²	19.49826		35.70689	
(F ³ ;df ⁴ ;P ⁵)	(44.38;195;0.0001)		(19.32;194;0.0001)	
N ⁶	40		40	

¹ES= Error estándar ²CV = Coeficiente de variación
³F = Fisher calculado ⁴df=Grados de libertad
⁵P = Probabilidad según Duncan ⁶N = Número de datos
**** = Medias que poseen la misma letra no son diferentes estadísticamente**

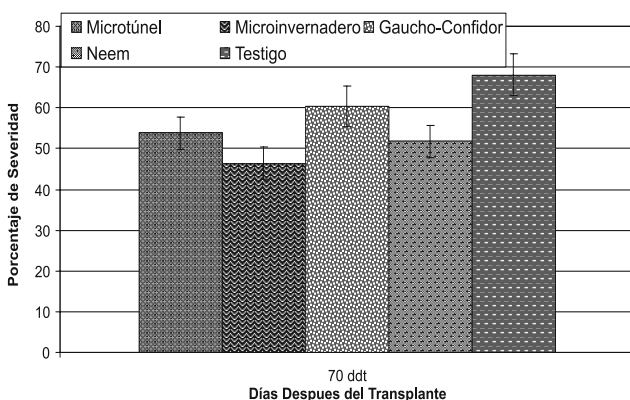


Figura 3. Porcentaje de severidad de daño de virosis transmitida por Bemisia tabaci en parcelas de tomate, a los 70 ddt, influenciados por formas de protección física y química en el semillero, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008.

A través del análisis del presupuesto parcial se encontró que los mayores costos variables los presentó el tratamiento de Neem con 696.95 US \$ dólares, seguido por el tratamiento Gaicho-Confidor con 663.24 US \$ dólares, Microinvernadero con 609.79 US \$ dólares, Testigo con 550.55 US \$ dólares y por último el que presentó menor costo variable fue el tratamiento de Microtúnel con 547.7 US \$ dólares. Los mayores beneficios netos se obtuvieron en el tratamiento de Microinvernadero con 778.63 US \$ dólares y el tratamiento que presentó los menores beneficios netos fue el tratamiento de Testigo con 304.91 US \$ dólares (Tabla 3). De acuerdo al análisis de dominancia realizado, se encontró que los tratamientos dominados fueron el Testigo, Gaicho-Confidor y Neem, ya que presentaron los beneficios netos

más bajos con los más altos costos variables en comparación con los otros tratamientos (Tabla 4). El análisis de la Tasa de Retorno Marginal indica que el tratamiento más rentable fue el Microinvernadero, ya que presentó una tasa de retorno marginal de 33.33 % siendo estos beneficios mayores a los que aportaron los demás tratamientos en estudio, esto significa que por cada dólar invertido el agricultor recupera el dólar y obtiene una ganancia de 1.2306 US \$ dólar, por lo tanto esta es la opción más recomendable que debe utilizar el agricultor para mejorar sus ingresos económicos (Tabla 5).

Tabla 3. Presupuesto parcial para las formas de protección física y química en semilleros de tomate, Tisma, Masaya, noviembre 2007 enero 2008

Rubro	Micro invernadero	Micro túnel	Gaicho Confidor	Neem	Testigo
Rendimiento (kg/ha)	8995	8098	7679	7369	5542
Rendimiento ajustado (10%)	8096	7288	6911	6632	4988
Ingreso bruto (US \$)	1388	1250	1185	1137	855
Costos variables para productos (US\$)					
Control físico	25	4			
Control químico	410	376	460	462	398
Costos variables para MO					
Costos de las aplicaciones	196	147	203	235	152
Total Costos variables (US \$)	631	527	663	697	551
Beneficio Neto (US \$)	758	723	522	440	305

Precio de venta por kg de tomate: 0.1715 \$/kg
 Cambio oficial del dólar = 19.00

Tabla 4. Análisis de dominancia para cada una de las formas de protección física y química en semilleros de tomate, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008

Tratamientos	Costos Variables	Beneficio neto	Dominancia
Microtúnel	524	723	ND
Testigo	551	305	D
Microinvernadero	631	758	ND
Gaicho Confidor	663	522	D
Neem	697	440	D

Tabla 5. Tasa de retorno marginal (TRM) por efecto de protección física en semilleros de tomate, Tisma, Masaya, noviembre 2007 - enero 2008

Tratamientos	CV	CVM	B.Netos	BNM	TRM
Microtúnel	527		723		
Microinvernadero	631	104	758	35	33%

DISCUSIÓN

La mosca blanca es la plaga más importante en la transmisión de virus en tomate, succionan el jugo o savia de las plantas, causando problemas como la producción de hongos (fumagina) que crecen sobre la melaza, que excretan y bloquean la luz del sol necesaria para las plantas, reduciendo la producción y llegando a dañar o matar las plantas, pero el principal daño causado por mosca blanca ocurre cuando llevan virus a las plantas sanas después de haberse alimentado en una planta enferma (Jiménez-Martínez, 2007). Las altas o bajas poblaciones de mosca blanca en parcelas de tomate, están influenciadas por condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa, y precipitación (Hilje, 1993) así como también por las características genéticas que posea la variedad a cultivar (Rojas *et al.*, 2000); por tal razón, se puede mencionar que las poblaciones de este insecto no siempre se comportan de forma similar en todas las parcelas. Existe una gran diferencia en lo que son insectos plagas e insectos vectores por lo tanto sus poblaciones deben ser manejadas de forma diferente, razón por la cual muchos de estos insectos se han convertido en serio problema para la agricultura (Jiménez-Martínez, 2008).

En la figura 1 se puede observar que las poblaciones de mosca blanca fluctuaron de forma similar en los cinco tratamientos, durante las primeras 4 fechas (29 de Noviembre al 13 de diciembre), esto se debió a que durante este período el productor realizó aplicaciones constantes de productos químicos sintéticos como Confidor®, Monarca®, Engeo® contra mosca blanca. El incremento poblacional de mosca blanca por lo general esta influenciado por altas temperaturas que se presentan en épocas de verano, además las precipitaciones son muy escasas, creando condiciones favorables para que las poblaciones aumenten (CATIE, 1990; Hilje, 2001). Los picos poblaciones más altos de mosca blanca se presentaron al final del experimento en la fecha comprendida entre Enero 03 a Enero 31 coincidiendo con los obtenidos por Rodríguez y Morales (2007) quienes reportaron incremento de este insecto al final de sus estudios.

Los promedios más bajos de mosca blanca durante la realización de este experimento se presentaron en las tres primeras fechas de muestreo y los más altos en las últimas fechas de muestreo. Según Jarquín (2004) reporta promedios mínimos de 26.60 moscas/planta y máximos de 27.90 moscas/planta y Rodríguez y Morales (2007) reportan promedios mínimos de 2.15 moscas/planta y máximos de 3.45 moscas/planta. En este estudio se reportan promedios mínimos de 2.01 moscas/planta y máximos de 3 moscas/planta.

El tratamiento que presentó el mayor promedio de moscas blancas fue el tratamiento de Testigo, esto probablemente se deba a que a este tratamiento no se le realizó ningún tipo de control en el semillero, y el tratamiento que presentó los promedios mas bajos de mosca blanca fue el tratamiento de Microinvernadero, debido a las aplicaciones constantes de productos químicos como Engeo®, Plural®, Confidor®. Los niveles de infestación de virosis en tomate

no siempre dependen de la cantidad de adultos por plantas, existen estudios donde se puede comparar que los niveles de incidencia y severidad de virosis fueron relativamente similares con poblaciones diferentes de mosca blanca (Rodríguez y Morales, 2007). Los virus no son transmitidos por insectos vectores de la misma manera, porque la forma como un insecto vector transmite un virus, es un factor muy importante a tener en cuenta para el manejo integrado de enfermedades virales de plantas (González y Obregón, 2007). Los síntomas de virosis transmitidos por mosca blanca se caracterizan por un amarillamiento general de la planta afectada, al que se suma un enanismo marcado, seguidamente de un arrugamiento severo de las hojas terminales de la planta, acompañado de un enanismo severo (Hilje y Arboleda, 1992). En cuanto a la incidencia y severidad de la virosis transmitida por mosca blanca, en el presente estudio se observó que la ocurrencia de esta enfermedad se comportó diferente en los cinco tratamientos evaluados.

El tratamiento Testigo presentó el máximo porcentaje de incidencia con 99% y 68.12% de severidad a los 70 ddt (días después del transplante), el tratamiento Microinvernadero presentó el menor porcentaje de incidencia y severidad a los 70 ddt con 56% y 46.37% respectivamente, estos bajos porcentajes de incidencia y severidad probablemente se debieron a que este tratamiento estuvo protegido con malla antiviral durante el primer periodo crítico de su desarrollo (etapa de semillero), los bajos porcentajes de virosis en el caso de los semilleros protegidos físicamente coinciden con González y Obregón (2007) y Rodríguez y Morales, (2007), los cuales observaron que la protección del almácigo con malla fina durante los primeros 30 días posiblemente excluye a *Bemisia tabaci* reduciendo la incidencia y severidad de virosis en el campo. En el presente estudio los tratamientos Microinvernadero y Microtúnel fueron los que presentaron los resultados más satisfactorios en cuanto al manejo de esta enfermedad, probablemente debido al hecho de haber estado protegidos en la etapa más crítica y susceptible de su fenología. *B. tabaci* se destaca por su gran potencial como transmisor de enfermedades viróticas por lo cual es de vital importancia el manejo de esta enfermedad para obtener una buena producción y evitar pérdidas económicas, según González y Bervis (1983) el rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos, como ecológicos (plagas y enfermedades), así como de la interacción del genotipo con el medio ambiente.

En este estudio se realizaron comparaciones de los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados, donde se observa que el tratamiento que presentó el mayor rendimiento fue el Microinvernadero, probablemente esto se debió a que este tratamiento fue sembrado en bandejas y protegido físicamente en la etapa más crítica de su desarrollo. El segundo tratamiento que presentó los mayores rendimientos fue el tratamiento de Microtúnel, su rendimiento se debe probablemente a que

también estuvo protegido con cobertura física en la etapa más susceptible de su desarrollo, el tratamiento que obtuvo rendimientos intermedios fue el Gaucho®-Confidor® esto pudo suceder ya que la semilla utilizada para este tratamiento fue tratada previamente con Gaucho®-Confidor®; el Gaucho® es un insecticida sistémico para combatir insectos de suelo, pulgones, mosca blanca, trips y repeler hormigas, el confidor® es un insecticida que actúa por contacto e ingestión y presenta una alta actividad residual y excelentes propiedades sistémicas, por el contrario los tratamientos que obtuvieron los menores rendimientos fueron el Neem y el Testigo, esto posiblemente se debió a que estos tratamientos estaban sembrados directamente en el suelo, lo cual es una desventaja ya que eso se traduce en más competencia con malezas por nutrientes, agua y luz reduciendo así los rendimientos.

En general, los rendimientos en este estudio fueron muy bajos para todos los tratamientos, esto se debió probablemente a que el experimento estaba situado cerca de un cultivo de tomate afectado por virosis en etapa de desarrollo avanzado y cerca de una parcela de chiltoma, lo que influyó en el desarrollo de altas poblaciones de mosca blanca y por consiguiente afectó la producción. Los altos rendimientos de un cultivo son un factor muy importante para los productores, más aún cuando los precios en el mercado son altos, siendo de mucha importancia a la hora de hacer un estudio, determinar cual de las tecnologías evaluadas presenta una mejor opción económica para los productores (Rodríguez y Morales, 2007).

El análisis económico se realiza para evaluar que tratamiento es más económico y rentable para el productor, con el objetivo de brindar recomendaciones a los productores y validar la nueva alternativa en comparación con la tradicional (Jiménez-Martínez *et al.*, 2008). En el presupuesto parcial se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento, estos son costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro y se denominan costos que varían, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro (Reyes, 2002).

En el presente estudio se realizó un análisis económico basado en un presupuesto parcial, a través de este se pudo determinar que el mejor beneficio neto lo presentó el tratamiento de Microinvernadero, esto se debió a que dicho tratamiento obtuvo los mayores rendimientos; el menor beneficio neto lo presentó el tratamiento Testigo, producto del bajo rendimiento obtenido en el estudio. En el análisis de dominancia los tratamientos Testigo, Gaucho-Confidor y Neem resultaron dominados por los tratamientos Microtúnel y Microinvernadero al presentar menos ingresos y mayores costos que los demás tratamientos en estudio, por lo que se excluyeron para el análisis de la tasa de retorno marginal (TRM).

La tasa de retorno marginal es la rentabilidad que genera una inversión marginal, siendo la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables por cien (González y Obregón, 2007). Según el CIMMYT (1998), la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre 50% y el 100%. En el análisis de la tasa de retorno marginal

realizado para los tratamientos no dominados Microtúnel y Microinvernadero, nos indica que para el tratamiento Microinvernadero obtuvo una tasa de retorno marginal de 33.33 % es decir que por cada dólar invertido al pasar del tratamiento Microtúnel a Microinvernadero, el agricultor espera ganar un promedio de 0.33 US \$ dolares, por tanto es la opción más recomendable económicamente para el productor.

CONCLUSIONES

La menor incidencia y severidad de virosis transmitida por mosca blanca, se presentaron en plántulas de tomate pretejidadas bajo condiciones de Microinvernadero.

Los mayores rendimientos se obtuvieron de plantas provenientes del Microinvernadero.

El tratamiento de Microinvernadero fue el más rentable económicamente en comparación con los otros tratamientos ya que obtuvo la mayor tasa de retorno marginal.

RECOMENDACIONES

Seguir evaluando estas alternativas de protección de semilleros de tomate, tanto en el municipio de Tisma como en otras zonas productoras del país, para demostrar con mayores evidencias que el uso de estas tecnologías son efectivas para el manejo del complejo de mosca blanca-Geminivirus.

Capacitar a los productores nicaragüenses sobre el uso de semilleros protegidos como una alternativa de protección contra el ataque del complejo mosca blanca Geminivirus.

Se sugiere a los productores el uso de Microinvernadero como protección física de semilleros ya que con este tratamiento se adquirió el menor porcentaje de incidencia y severidad de virosis y el mejor rendimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos el financiamiento de este trabajo de investigación a Sida, la Agencia Internacional de Cooperación y Desarrollo de Suecia, al pueblo y gobierno de Suecia, al productor Argelio González Garay y a sus hijos por apoyarnos durante toda la fase de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, F. 2004. Análisis Económicos de Experimentos de Campo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. p. 143-156.
- Caballero, R. 1996. Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y Geminivirus. Ed. Hilje. L. Turrialba. Costa Rica. p. 1-10.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo Integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. p. 45.
- Chavarría Sánchez, MR. 2004. Evaluación de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca-Geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacifico de Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. UNA FAGRO. p. 3-4.
- CYMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. ME. D.F. CIMMYT. P. 79.
- González Kuant, JD; Obregón Blandón HM. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum* L.) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. p.33.
- González, M; Bervis, L. 1983. Efectos de diferentes niveles y formas de aplicación de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea Mays*) en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P. 30.
- Hilje, L. 1993. Un esquema porcentual para el manejo de integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de plagas Turrialba, CR 29:51-57.
- Hilje, L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca- Geminivirus en tomate, en Costa Rica. ed. Manejo integrado de plagas. N° 61. p. 69-80.
- Hilje, L; Aroboleda, O. 1992. Las mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Informe técnico N° 205. Área de protección. (CATIE) Turrialba, Costa Rica. p. 66.
- Jarquín, D. 2004. Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), basado en el complejo Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Geminivirus, en la comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de M.Sc. Managua, Nicaragua. p. 21-25.
- Jiménez - Martínez, E; González, J; Obregón, H. 2008. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum* L.) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius) – Geminivirus. LA CALERA; Año 8, N° 11. p. 32.
- Jiménez-Martínez, E. 2007. Guía de Manejo Integrado de mosca blanca y virus en Nicaragua. Ph.D. Entomología - Docente - Investigador UNA, Coordinador proyecto UNA-CIAT-Mosca Blanca. Nicaragua. 30p.
- Jiménez-Martínez, E. 2008. Texto básico: Manejo integrado de Plagas. Universidad Nacional Agraria. UNA. Managua, Nicaragua. 108p.
- Morales, FF; Cardona, C. Bueno, MJ; Rodríguez, I. 2006. Manejo Integrado de Enfermedades de Plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Ed. Francisco J Morales. CIAT. Colombia. p. 43.
- Reyes, HM. 2002. Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. LA CALERA; Año 2, N° 2. p.41.
- Rodríguez Salguera, VH; Morales Blandón, JL. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. p.1-4.
- Rojas, A; Kvarheden, A; Valconnen J, PT. 2000. Geminivirus infesting tomato crop in Nicaragua. Plant. Disc. 89. p 843-846.
- Vander Plank, EJ. 1963. Plants diseases: Epidemiology and control. New York. Academia press. 69 p.
- Zúñiga C, Ramírez, P. 2002. Los Geminivirus, patógenos de importancia mundial. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Turrialba, costa Rica N° 64, Pág. 25-33.